

公告本

申請日期	89.3.22
案 號	8910522
類 別	14011 21/66

A4
C4

452910

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

一、發明 名稱	中 文	即時確定工件於處理期間原位發射率之系統及方法
	英 文	SYSTEM AND METHOD FOR THE REAL TIME DETERMINATION OF THE IN SITU EMISSIVITY OF A WORKPIECE DURING PROCESSING
二、發明 人	姓 名	(1)傑弗瑞 保羅 希必 (2)阿里 夏吉
	國 籍	(1)加 拿 大 (2)伊 朗
	住、居所	(1)美國.麻州 01230,牙買加平原,希斯街 240 號#PH4 (2)美國.麻州 02021,坎頓,史坦迪許路 26 號
三、申請人	姓 名 (名稱)	艾克塞利斯科技公司
	國 籍	美 國
	住、居所 (事務所)	美國.麻薩諸塞州 01915,比佛利市,櫻桃丘道 55 號
	代 表 人 姓 名	布萊恩 R. 貝克曼

裝

訂

線

452910

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大 類：
IPC分類：

A6

B6

本案已向：

美 國 (地區) 申請專利，申請日期：1999.03.29 案號：09/280,308 ☒有 ☐無主張優先權

有關微生物已寄存於：

，寄存日期：

，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部智慧財產局員工消費合作社印製

五、發明說明(|)

本發明之背景

本發明係有關確定如半導體晶圓之固體物件或工件的參數之系統及方法，且更特別有關一種即時確定晶圓於熱處理期間之發射率及/或溫度的系統及方法。

熱處理爐已廣為人知且多年來用以進行各種半導體製造處理，包含退火、擴散、氧化及化學氣相沉積。於是，這些處理係廣為了解，特別是有關最終產品品質及均勻度上之處理變數的影響。熱處理爐通常運用水平型爐或垂直型爐。垂直型爐對某些應用而言是較佳的，因為它們在使用期間產生的微粒較少，因而減少了污染及晶圓損耗之發生率，它們可輕易被自動化，且因為它們的覆蓋區非常小，所以需要較小的場地面積。

已知兩種傳統類型爐係被設計用來加熱半導體晶圓至預期的溫度，以提升使被植入雜質擴散至預期的深度而同時維持線寬小於 1 微米，或執行其他傳統的處理技術，如將氧化層敷蓋至晶圓或將化學蒸發層沉積至晶圓。處理期間對晶圓的加熱要求係為人熟知且廣為了解，因而被嚴密地掌控著。

諸如管型爐的傳統垂直型熱處理爐，係被設計用於支撐在垂直位置處爐內的處理管。熱爐亦通常使用晶圓舟組件，其係被裝設至適當的平移機構，用以將晶圓舟移入及移出處理管。處理晶圓的組件被安置鄰接及平行於晶圓舟組件，用以將半導體晶圓從晶圓卡匣轉移至晶圓舟組件。接著，晶圓被舉起進入石英或矽加熱管中。接著，加熱管

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明(／)

被緩慢提升至所要的溫度，並在此溫度維持一段預設的時間。此後，該管被緩慢地冷卻，且晶圓從該管被移出以完成處理。此處理技術的缺點係為其限制晶圓能夠受到的溫度時間。這些及其他類型的傳統垂直爐係被顯示及說明於 Fuse 與其他人的美國專利號 5,217,501 及 Kakizaki 與其他人的美國專利號 5,387,265 之中。

當矽積體電路的臨界尺寸持續地向下縮小為次微米體系時，對晶圓溫度均勻度及晶圓至晶圓之溫度可重複性的要求就更為嚴格。例如，在 0.18 微米的技術中，所要的晶圓至晶圓之溫度可重複性是在 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 的等級。

測高溫法(Pyrometry)即為用於處理期間之熱處理爐中矽晶圓之非接觸溫度測量的一種選擇方法，但其卻有為人所知的缺點。其中一項缺點即為晶圓背面發射率必須已知以獲得正確的溫度測量。通常，矽晶圓具有可經由干擾效應來大大改變光譜發射率的背面層，因此導致處理期間對溫度測量的錯誤。再者，晶圓之發射率也視背面的粗糙度以及晶圓溫度而定。所有這些缺點都使得確定或預期晶圓發射率成為一項困難的工作。

習知技術已嘗試在原地，也就是爐或加熱室內測量晶圓的發射率，以便測量處理期間的晶圓溫度。一種確定晶圓發射率的習知技術方法係運用如美國專利號 5,310,260 所示之交流漣波技術。一光源被用來照射熱處理裝置之加熱室內的晶圓背面。反射自晶圓的輻射及來源強度係被測量，該來源之交流成份的大小係被萃取。接著利用漣波方

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明（ 7 ）

程式來計算晶圓發射率。此方法的缺點之一係為其完全發生於熱處理爐之加熱或處理室內，且因此即使若為可行的，也是難以半球式及均勻地照射此晶圓。因此難以精確地，特別是即時地確定處理期間的晶圓發射率。

習知技術系統的另一項缺點係為被用來加熱該室，而因此加熱晶圓的加熱燈亦被用來照射晶圓。再者，加熱燈的指向及位置係被固定於系統中。當該固定的燈位置位於加熱室內時，其係難以半球式及均勻地照射此晶圓。再者，加熱燈所產生的交流漣波係被用來確定晶圓反射率。固定之燈位置及交流漣波的結合常常導致不準確之晶圓反射率的測量。

另一項有關確定處理期間之晶圓發射率及溫度之困難處係為精確確定處理期間的室內輻射通量。當測量室內輻射通量時，此問題係因雜散光，也就是來自不是晶圓的光源之輻射在量測室內輻射通量時被反射至高溫計而發生。此被測量之輻射值係與晶圓發射的輻射累積，且被用來確定晶圓溫度。因為只有晶圓的輻射是所要的，所以高溫計訊號不能精確地測量晶圓發射的輻射。傳統的系統不能精確及完全地補償此雜散光成份，因而難以藉由最新製造技術來達成所需的溫度精確性。

由於習知技術熱處理爐的上述及其他缺點，所以本發明的目的係為提供一種即時精確地確定晶圓反射率的系統。

本發明另一個目的係為提供一種測量及校正處理室內

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

訂 線

五、發明說明（14）

雜散光的系統。

本發明其他一般及更特定目的，將可從以下附圖與說明而部份為明顯及部份為顯示出。

發明概要

本發明提供一種確定處理期間之熱處理裝置之加熱室中之晶圓發射率的系統及方法。該系統及方法提供一種確定熱處理裝置之加熱室外側之晶圓反射率的裝置，並且接著確定被置於加熱室中之晶圓所反射的輻射強度。熱處理裝置外側(外位)被確定之晶圓反射率係與加熱室內被確定之晶圓反射的輻射強度產生互連關係，以確定加熱室內(原位)的晶圓反射率。接著該系統在處理期間從原位晶圓反射率即時確定了晶圓發射率。

該系統在對熱處理裝置之加熱室內晶圓做熱處理之前，藉由測量晶圓的半球定向反射率來確定外位晶圓反射率。特定地說，該系統通常可以將來自一輻射源的輻射均勻及例如半球地照射部份的晶圓，且接著測量從部份的晶圓所反射的輻射強度。可選擇地，該系統接著可測量輻射源的輻射強度，並且從晶圓及輻射源的被測量之輻射強度來確定晶圓反射率。

根據另一個觀點，該系統可確定從部份的晶圓所反射的輻射強度及由輻射源發射之輻射強度的比例，以產生使晶圓反射率與比例相互關連的校準曲線，及/或從該校準曲線選擇性確定晶圓的反射率。

五、發明說明()

根據另一個觀點，該系統及方法係將原位發射率測量期間之加熱室內的晶圓溫度維持在與外位晶圓反射率測量期間的晶圓溫度大致相同。

根據另一個觀點，該系統通常可以將來自輻射源的輻射大致均勻及半球地照射部份的晶圓、收集從晶圓反射的輻射、測量晶圓反射及輻射源發射的輻射強度、確定被測量之反射的輻射及來自輻射源之輻射強度間的所選擇之數學關係、且產生晶圓反射率與數學關係互相關連的校準曲線。接著該系統從校準曲線來確定晶圓反射率。由輻射源所發射的輻射可藉由如斬光器(chopper)的適當結構來調變。

根據再另一個觀點，該系統及方法係藉由輻射源照射加熱室內的晶圓，來確定加熱室內晶圓之所反射的輻射強度，並以偵測器來測量加熱室內從晶圓所反射的輻射強度。該偵測器可產生與被反射的輻射強度成比例的輸出訊號。接著該系統將室內晶圓的反射率與室內晶圓之被測量被反射的輻射強度產生互連關係，並以 $R = K \Delta V_w$ 來確定室內晶圓的反射率，其中 R 係為加熱室內晶圓的反射率， K 為比例常數，且 ΔV_w 為室內晶圓所反射的輻射強度。

根據再另一個觀點，該系統及方法係藉由掃視熱處理裝置之加熱室之晶圓來確定比例常數 K ，並且從掃視期間晶圓被反射的輻射及加熱室外被確定之晶圓反射率來確定比例常數 K 。

根據一選擇性觀點，該系統及方法以比例常數 K 來計

五、發明說明 (b)

算處理期間之晶圓的反射率、測量處理期間從晶圓反射的輻射強度、及從被測量被反射的輻射及比例常數來確定即時晶圓反射率。該系統接著從處理期間之晶圓反射率來確定晶圓的發射率。

根據另一個觀點，該系統可確定晶圓反射率為室內被測量之反射輻射強度的函數，無關於加熱室內之晶圓位置。

根據再另一個觀點，該系統移動或掃視加熱室內的晶圓，並於晶圓掃視期間選擇性而不實質性加熱晶圓，而同時測量在一個或更多晶圓位置處之室內晶圓所反射的輻射強度。該系統可儲存測量期間的輻射強度及相關晶圓位置。該系統也可測量在一個或更多晶圓位置處之室內晶圓所反射的輻射強度，並計算比例常數 K 以便於確定處理期間的晶圓反射率。

根據另一個觀點，該系統及方法係提供一個輻射源，用以照射被放置於加熱室內的晶圓，並於晶圓移動通過其間時，以偵測器來偵測或測量來自加熱室內晶圓的總輻射量。該系統可選擇性將被測量自晶圓的總輻射量，與源自於光源而不是晶圓的輻射產生互連關係，並藉由自被測量的總輻射量扣除源自於光源而不是該晶圓的輻射來確定從晶圓發射的輻射量。該系統可接著從該晶圓的發射率以及從晶圓發射的輻射來判定在處理期間晶圓的溫度。

根據另一個觀點，該系統及方法係確定熱處理裝置之加熱室中的工件於處理期間的反射率，其係藉由直接判斷

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明(7)

在熱處理裝置的加熱室之外部的工件反射率、並且判斷在處理期間位於熱處理裝置的加熱室之內的工件反射率來達成的。

本發明的其它一般及更特定目的，將可從以下附圖及說明而部份地為顯然的及部份為明顯的。

圖式簡單說明

本發明的上述及其他目的、特色及優點，將可從以下附圖及說明而為明白的，其中，相同的參考數字參考至於各不同圖示的相同部件。雖然並非依尺寸，但圖式係描述了本發明的原理並顯示了相對的尺寸。

圖 1 為根據本發明之教示的發射率測量系統的概要方塊圖。

圖 2 為根據本發明之教示的圖 1 之系統的外位輻射測量部份的立體圖。

圖 3 為根據本發明之教示的圖 1 之系統的原位輻射測量部份的立體圖。

圖 4 為顯示圖 2 的系統之照射平台中之晶圓半球定向反射率的測量之概要流程圖。

圖 5 為顯示圖 3 的系統之加熱室中晶圓所反射之輻射強度之測量，及外位晶圓反射率與原位晶圓反射率之相互關係的概要流程圖。

圖 6 為顯示圖 1 的系統之加熱室內總輻射量之雜散光成份的確定之概要流程圖。

五、發明說明(8)

圖 7A 及 7B 描繪一個適用於引導輻射源所產生的輻射進入圖 1 系統之加熱室中的光導管。

圖 8 描繪一個根據本發明的教示之適用於圖 1 系統而取代垂直型處理裝置的水平型熱處理裝置。

元件符號說明

- 10：溫度測量系統
- 12：晶圓處理器
- 18：照射平台
- 22：熱處理平台
- 24、26、28、32、34A、34B：光纖纜線
- 30、31：光源
- 36：偵測平台
- 40、42、90：光偵測器
- 50：控制平台
- 52、54：回授連接
- 58：斬光器
- 62：整合球
- 64、66：電氣輸出訊號
- 68：類比至數位(A/D)轉換器
- 70：石英鐘形玻璃罩
- 74：加熱室
- 78：光導管
- 82、86：透鏡

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(9)

84：升降導管

96：高溫計

98：鎖定放大器

160：平坦表面部件

162：底面

163：光粗糙表面

170：輻射線

171：固定器

173：被挑選部份

描繪實施例的說明

本發明係針對一種確定如半導體或矽晶圓之工件於處理期間發射率與溫度的系統及方法。本發明首先提供確定熱處理裝置之加熱室外的晶圓反射率，並接著確定熱處理裝置之加熱室內於處理期間的工件反射率。本發明可達成高產量熱處理爐中之精確而即時的發射率測量。因此，本發明被廣泛使用於確定加熱處理期間的固體之特定參數。為清楚起見，以下將敘述的固體為半導體晶圓，且所要的參數係為反射率、發射率及溫度。熟悉相關技術的人士將可輕易採用此被描述的系統，用以確定根據在此教示下所揭示之上述參數以外的參數。

圖 1 說明根據本發明之教示的溫度測量系統 10。被敘述的系統 10 包含一個晶圓處理器 12，係被採用來根據已知技術地載入晶圓進入及反向將晶圓移出照射平台 18。該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(10)

照射平台 18 係提供一種以輻射或光源 30 之輻射來均勻照射晶圓之便利且容易的操作平台。為清楚起見，光源一詞在此將被用來定義一種產生如下述波長範圍的任何便利且適當波長中之輻射的源。光源 30 產生一道被引進照射平台 18 的光束 24。該光束 24 被用來照射晶圓如背面的部份。照射平台 18 被建構來達成對晶圓實質均勻及半球式的照射。在此被說明的光源 30 產生了任何特定波長範圍，較佳的是可見光、紅外線及微波範圍內的輻射。因此，被運用在被敘述系統 10 中的光源 30，係被預期廣泛地包含任何符合根據本發明所達成精確測量一個或更多晶圓參數的適當輻射源。

於照射平台 18 內之晶圓所反射的照射係被如光纖纜線組件之任何適當的光路徑 26 所捕捉，並且被引進偵測器 42。偵測器 42 係將光訊號轉換為被耦合至控制平台 50 的適當電氣訊號。光源 30 亦產生一種參考光束，其沿光路徑 28 被轉移至偵測器 40。該偵測器 40 依序產生被轉移至控制平台 50 的電氣輸出訊號。控制平台 50 係以偵測器 40 及 42 所接收的訊號來執行適當操作及處理於被接收的訊號及任何被儲存的資料，用以確定照射平台 18 內之晶圓的半球定向反射率。

更進一步有關圖 1，照射平台 18 中的晶圓係藉由如晶圓處理器 12 的任何適當方式來轉移至處理平台 22。處理平台 22 係為任何適當的熱處理爐，且特別係為適用於達成根據本發明之教示的高晶圓產量及晶圓快速加熱的快速熱

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (11)

處理爐。處理平台 22 執行對晶圓的各種半導體製造處理，如退火、擴散、氧化及化學氣相沉積技術。處理期間，晶圓係被來自光源 31 沿輻射或光路徑 32 傳送的光線照射。處理期間從晶圓反射的光線係被適當的光纖組件所捕捉，且沿著路徑 34B 被傳送至偵測平台 36，並沿著路徑 34A 直接被傳送至控制平台 50。所敘述的偵測平台 36 係將光訊號轉換為適當的電子訊號以便藉由控制平台 50 做更進一步的處理。

原位或加熱室內之晶圓的照射係被設計與系統其餘部份一起來確定處理期間之任何時點的半球定向反射率 R 。接著被測量的反射率係根據已知公式被用來確定處理期間的發射率，以下將更進一步的詳述它。雖然反射率及反射比可被用來彼此交換，但為清楚起見，在此係使用反射率一詞。

被敘述的控制平台 50 係更進一步經由回授連接器 52 與晶圓處理器 12 做回授通訊，且經由回授連接器 54 與處理平台 22 做回授通訊。因此，控制平台 50 可控制處理平台 22 及晶圓處理器 12 的操作，以便如預期的控制或調整被敘述系統的性能。

較佳的是，控制平台 50 包含適當的記憶體模組、處理器及諸如類比對數位轉換器的轉換器，以便從諸如偵測器 40 及 42 的其他系統組件來接收類比及數位訊號，及處理被接收的訊號以確定反射率、發射率及晶圓溫度。

再次有關圖 1，偵測平台 36 被用來測量處理平台 22

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂

線

五、發明說明 (1/)

內的輻射或輻射通量。該偵測平台 36 接收來自處理平台 22 的光訊號，並輸出與被接收之光資料等比例的訊號。控制平台 50 運用沿著路徑 34A 被接收的訊號，及來自偵測平台 36 及偵測器 40 及 42 而被接收的訊號，以確定被晶圓發射的輻射通量。因此，被敘述系統 10 的此部份可被用來確定由偵測平台 36 及/或偵測器 40 及 42 接收的雜散光或輻射量(如來自光源而不是晶圓的輻射)。

圖 2 及 3 說明了被用來確定晶圓原位發射率之被敘述系統 10 的組件。明確地說，圖式係說明被系統 10 運用之子系統，以便首先確定加熱室的晶圓外位發射率，且接著將原位發射率與外位發射率互相關連。熟悉技術人士可輕易了解，爲了從被發射通量精確地推論溫度，晶圓發射率必須爲已知。爲了處理半導體，晶圓背面發射率係爲表面拋光、背面膠片及晶圓溫度的複雜函數。所期望的是在最新系統中，特別是快速熱處理爐中可測量處理期間之晶圓背面即時發射率。所敘述的系統 10 的目標是測量晶圓處理期間之晶圓背面發射率 ϵ 。此係藉由確定晶圓背面光譜半球定向反射率，並應用下列方程式來達成：

$$\epsilon(T_w) = 1 - R(T_w) \quad (1)$$

半球定向反射率可藉由均勻及半球式照射晶圓，並同時匯集於發射率預期被測量方向上的被反射能量而被測量於此平台。可替代的是，該具有被挑選角度 θ 之晶圓可於特定方向上被照射，且匯集整個半球上的所有被反射能量。上述方程式要求目標於高溫計波長處爲不透射的。方程

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明(17)

式 1 僅在目標於高溫計波長處為不透射方為有效。

圖 1 及 2 的系統 10 首先執行了半球定向反射率的外位測量。明確地說，圖 2 說明了用來確定熱處理裝置之加熱室外晶圓反射率的照射系統 18。雖然熟悉技術人士可輕易了解，熱處理裝置可被建構以具有可執行反射率測量的加熱室外之任何被選定數量的額外室，但為清楚起見，我們將說明發生於熱處理裝置之加熱室外的外位反射率的測量。當然，該系統的實際限制係包含提供一個過於複雜設計及大尺寸的爐，其可能限制到放置該系統於半導體製造工廠的無塵室中。

如圖 2 所示，光源 30 可產生通過諸如斬光器 58 之調變器以在所挑選的頻率下調變光線的輻射。該光源可為穩定的鎢鹵素光源。通過斬光器 58 的輻射係沿諸如光纖纜線 24 的任何適當光路徑而通至整合球 62。整合球 62 可均勻、半球及普遍完全地照射晶圓 W 的背面部份。在被敘述的系統中，整合球 62 具有沿對準纜線 24 而被放置之特定表面的孔，用來接收來自光源 30 及斬光器 58 的被調變光線。整合球 62 係為高反射率且沿其內表面擴散，且因此可反射整合球內的輻射以均勻、半球及普遍完全地照射部份的晶圓。被敘述的晶圓 W 座落於被挑選的孔上，用來接收整合球 62 所產生的均勻照射。被晶圓反射的光線係被光纖 26 匯集，其可經由適當孔與整合球 62 的內室連通。外位測量階段期間，晶圓 W 係被維持或置於適當的低溫下。如在此被使用的，“低溫”一詞係欲包含這些溫度，其低於且

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (14)

較佳的是實質低於熱處理裝置之加熱室內最後處理晶圓的溫度，且包含約攝氏-200 度至約攝氏 1110 度之間的溫度，較佳的是包含約攝氏 10 度至約攝氏 100 度之間的溫度，且最佳的是包含將晶圓放置於近似諸如約攝氏 20 度至約攝氏 30 度之間的室溫。較佳的是晶圓被處理的溫度介於約攝氏 150 度至約攝氏 1200 度之間。

被光纖纜線 26 匯集的輻射，其亦可包含任何適當光學組件以助於匯集被反射之晶圓輻射係被引進光偵測器 42 以產生被標示為 V_w 的電氣輸出訊號 64。通過斬光器 58 之光源的光強度亦利用光纖纜線 28 來測量，且被引進第二光偵測器 40 以產生被標示為 V_{ref} 的適當電氣輸出訊號 66。電氣訊號 V_{ref} 及 V_w 係為對應系統中不同電壓的電壓訊號。明確地說，電壓 V_w 描述了對應從晶圓背面反射之輻射的電壓波形。電壓訊號 V_{ref} 對應著由光源 30 產生及發射的光線。斬光器 58 被運用在此平台上以產生被調變或被斬光的光線，其有助於校正任何存在於光偵測器 40 及 42 或出現於系統 10 中的直流偏差或雜訊。熟悉技術的人士可輕易了解到任何適當的光偵測器 40 及 42 均可被使用，如標準光偵測器，且較佳的是由美國加州之 New Focus 所製造的矽光二極體。根據較佳實施例，光偵測器 40 及 42 具有預設濾光板之光欄，其僅通過如圖 3 之高溫計之相同光譜帶中的輻射。輸出電壓訊號 V_w 及 V_{ref} 被引進類比至數位(A/D)轉換器 68，係將類比電壓訊號 64 及 66 轉換為適當的數位訊號。被敘述之類比至數位轉換器 68 可構成部份的控制平

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

不

訂

線

五、發明說明 (15)

台 50，或可為從控制平台 50 分離出來的一個組件。熟悉技術的人士可輕易了解到，組件的多種配置可被用來實施類比對數位的轉換，而針對在此說明目的同時運用輸出資訊。

具有一般技術的人士可輕易了解到，被供應至整合球 62 的輻射係被斬光器 58 調變，且接著被轉移至偵測器 40 及 42。在沒有從整合球 62 傳送光線至其之下，偵測器通常產生對應剩餘背景輻射的輸出訊號。此部份偵測器輸出訊號係定義了偵測器輸出的電壓最小值。當輻射從輻射源 30 被引進整合球時，偵測器係產生對應背景輻射及從整合球被引進至其之輻射的最大輸出訊號，及通常僅包含背景輻射的最小輸出電壓訊號。最大及最小電壓訊號之間的差異通常對應整合球中的光線。斬光器係被用來助於除去顯示為偵測器輸出訊號中之雜訊(如最小電壓輸出訊號)的背景輻射。根據本發明之教示的晶圓電壓 V_w ，係由在一所選的期間之偵測器輸出訊號的最大及最小成份之間差異的平均來確定。

被敘述之控制平台 50 接著根據以下方程式來確定電壓訊號 64 及 66 的電壓輸出訊號比例：

$$\overline{V_{w,o}} = \frac{\overline{V_w}}{\overline{V_{ref}}}$$

(2)

具有一般技術的人士可輕易了解上述比例可藉由硬體或軟體來確定。測量晶圓外位反射率之前，將半球定向反

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明(16)

射率與上述電壓比例產生相互關連的校正曲線係藉由針對若干已知反射率的參考標準來測量此比例，及配適最適曲線至校正點來發展電壓的數學函數而建立的。校正曲線係為一個或更多被儲存或事先儲存於控制平台 50 之記憶體中之樣本測量的集合。校正曲線接著被用來確定在所選的低溫下的晶圓半球定向反射率。明確地說，晶圓半球定向反射率係由運用下列方程式來確定：

$$R_0 = f(\bar{V}_{w,o})$$

(3)

本發明之發射率測量系統之一重要特點係為其提供一個可均勻照射熱處理爐之加熱室外之晶圓的照射平台 18。此平台在加熱處理晶圓之前，足夠輕易地確定加熱室外之晶圓的反射率。該系統可記錄此資訊並接著將此資訊與被置於加熱室內時之晶圓所反射的輻射強度產生相互關連。以下將對此做更進一步的詳細說明。

關於圖 1 至 3，晶圓處置器接著將晶圓 W 從照射平台 18 傳送至處理平台 22 以執行原位輻射測量。被敘述的處理平台 22 可為任何適用於在所選的溫度下對矽晶圓做熱處理的適當熱處理爐。根據較佳的實施，所敘述之處理平台 22 係結合了在 Summit 或 Reliance 商標下由美國 Eaton 熱處理系統分部所銷售的快速熱處理爐。Summit 設計系統特別具有優點，因為其係為可以相當低之維護要求來達成高重複性及均勻性的單晶圓爐。熱處理爐可利用“熱壁”垂直處理室取代多重照射庫做單晶圓處理來發展溫度梯度。該

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (1)

熱壁系統的發展係運用位於爐頂部的三個區域阻抗加熱器模組(未顯示)，及一個位於室底部的冷卻系統(未顯示)，藉此從處理室頂部至底部產生一溫度梯度。由於加熱室或爐的溫度輪廓被固定住，所以所期望的溫度係可藉由僅調整處理室內晶圓的位置來達成。系統溫度的梯度向上/下比率係由晶圓經由加熱室內溫度梯度而垂直移動的速度所控制的。具有一般技術的人士可輕易了解，除了爐 22 之外，一個或更多的加熱或冷卻平台係可被設置在外位反射率測量之後來調節晶圓。

被敘述之圖 3 的處理爐 22 中，碳化矽或石英鐘形玻璃罩 70 形成了可被當作固定或連續加熱源的處理或加熱室 74。如在此被使用的文字“連續的”係欲包含連續的溫度及加熱表面區域。鐘形玻璃罩的頂部係被關閉於阻抗加熱器模組內(未顯示)，且鐘形玻璃罩的底部係藉由與水冷卻轉移室(未顯示)接觸而被冷卻。由於鐘形玻璃罩的頂部實質地接近黑體輻射器，所以可形成從處理室 74 頂部至底部的平滑溫度梯度。快速溫度梯度動作係藉由任何適當晶圓升降器來垂直移動室內的晶圓，及藉由將處理室 74 內之晶圓快速地從轉移室提升至對應所要的處理溫度的位置來達成。處理室內之晶圓係被垂直降低回至水冷卻轉移室之時被冷卻。提升及降低處理室內之晶圓的所選擇的速率係可確定晶圓的加熱及冷卻率。

如下述，高溫計 96 係被用來測量晶圓溫度。為了快速加熱晶圓，係必須使用具有高於所要的晶圓溫度之來源溫

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明 (13)

度的加熱源。本設計中，被加熱的鐘形玻璃罩係被維持高於最終預期晶圓處理溫度約攝氏 200 度的溫度。加熱源之相當大的區域可於處理期間快速加熱矽晶圓。較佳實施例中，加熱源的穩定狀態及加熱源與工件之間較小的溫度差異，係對達成均勻處理結果有貢獻，而同時能避免滑線的產生。

關於圖 3，晶圓 W 係被放置於熱處理裝置 22 的加熱室 74 內。光導管 78 係被運用以輻射或光源 31 所產生及由光纖 32 所運載之輻射來照射晶圓 W 的背面。更明確地說，光源 31 及調變器 58 係以在一選定的頻率處斬光的輻射來照射光纖束 32，較佳的是其不同於光源 30 的做法。具有一般技術者將認知的是單光源可被用來取代兩個光源 30 及 31，係提供依其用途於不同頻率被斬光輸出的輻射。光導管 78 可將輻射引進處理室並向上朝向晶圓的背面。反射自晶圓背面的總輻射或輻射通量的匯集，係利用與鐘形玻璃罩 70 之處理室 74 互相連通的光學組件。該光學組件包含如藍寶石透鏡的透鏡 82，係被放置於如升降機導管 84 頂部的處理室 74 內，及被放置於升降機導管 84 底部的石英透鏡 86。導管及透鏡組件可匯集及聚焦反射自晶圓 W 並由光纖纜線 34B 所接收的輻射。升降機導管 84 及相關的結構可將晶圓垂直移動或掃視遍及整個處理室 74。光導管 78 係藉由將輻射引導至晶圓背面來照射位於處理室 74 內的晶圓。然而，由於相關升降機導管組件及其他裝置位於處理室環境中，所以光導管 78 無法均勻、完全及半球式

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

五、發明說明(9)

地照射晶圓背面。

圖 7A 及 7B 說明根據本發明之教示的圖 3 的光導管 78 的結構。光導管 78 係為被耦合至光纖纜線 32 一端的固體石英導管。光導管遠端具有一個被以一選定的角度 θ 而切割的削角端 78A。根據較佳實施， θ 約等於 45 度角。光導管 78 係被適當之固定器 171 附著於光纖纜線 32。光導管 78 具有一個沿底面 162 而形成的平坦表面部件 160，係可形成一個光學的粗糙表面適合用來散射經光導管並以向上方向撞擊的輻射線 170。圖 7B 描述平坦表面部件 160 的底部圖。特別是，底面 162 清楚地說明被形成於光導管 78 上並於使用期間被配置來散射光線的平坦表面。

較佳的是被敘述之光導管係於被挑選的部份 173 之處被彎曲，且具有一選定的曲率半徑 R 。具有一般技術的人士將輕易了解到，就有關光導管直徑 D 來挑選曲率半徑可使光導管彎曲部份的光損失量減至最小。一典型的幾何關係可包含形成光導管直徑約四倍的該半徑，且可以數學式表示為 $R \cong 4D$ 。

操作時，由光源 31 所產生的輻射線 170，係穿越光導管 78 並通過彎曲部份 173 而傳送至遠端。撞擊平坦或光學的粗糙表面 163 上之光線 170 之選定的部份 162 係被向上散射穿越該光導管。不被光學的粗糙表面散射之光線 170 的另一部份，係撞擊導管 78 的削角端 78A，且被向上反射穿越光導管。

被光組件匯集的總輻射量係包含發射自晶圓的輻射、

五、發明說明(7)

反射於晶圓並從鐘形玻璃罩所發射的輻射、及來自光源 31 而穿越光導管 78 並被導入處理室 74 的輻射線。被敘述之纜線 34B 係為被分支的光纖纜線，其可將沿纜線 34B 傳送的部份光資訊轉換至光偵測器 90，且將剩餘光資訊轉換至高溫計 96。較佳的是，光偵測器 90 及高溫計 96 包含了相同的光欄，並包含了與圖 2 之光偵測器 40 及 42 相同的濾光器。當作被敘述系統中之偵測器來使用的高溫計 96 達成優點係為其可以相當快速回應及大溫度範圍來執行非接觸的測量。然而，高溫計係被熟知為相依於於晶圓 W 的發射率與傳送，及低溫下顯示出缺乏靈敏性。較佳的是，被敘述之高溫計 96 可操作於被集中在約 0.95 微米處的光譜帶中，理由是矽晶圓在此波長下為非傳送性或不透明的。於此波長範圍內操作高溫計的優點之一，係為沒有任何來自鐘形玻璃罩的虛輻射通過晶圓並因而撞擊高溫計。另一個優點係為當晶圓在操作波長處為不透明時，方程式 1 是可靠的。

被敘述之光偵測器 90 可接收部份沿纜線 34B 傳送的光資訊，並產生輸出時變的電壓訊號，其係與光學組件所接收及晶圓所反射之輻射通量強度成比例。光偵測器 90 可輸出與來自晶圓之包含被發射輻射、散射輻射及被調變輻射的總輻射通量成比例的電壓訊號。該輸出訊號係由鎖定(lock-in)放大器 98 來接收，其可過濾任何不包含斬光器頻率的電壓訊號。鎖定放大器 98 可依序輸出與晶圓所反射之被調變輻射強度成比例的訊號 ΔV_w 。該電壓輸出訊號係由

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (7 /)

控制平台 50 的轉換器 68 所接收。

更進一步有關圖 3，部份沿纜線 34B 傳送的光資訊係被轉移至高溫計 96，其依序將資訊轉換為數位輸出光二極體電流訊號 I_{tot} ，該訊號接著經由如 RS232 串列鏈結之任何適當通訊路徑而被通訊至控制平台 50。該對應升降機位置 z 的系統資訊係沿著纜線 34A 直接被轉移至轉換器 68。重要的是，撞擊晶圓背面之輻射的強度及角度分佈，係隨處理室 74 內之垂直晶圓位置而改變或變化。因此，高溫計可為各垂直位置輸出不同的訊號。再者，因為晶圓被支撐於爐內，所以通常難以裝設可均勻照射室內晶圓的光學組件。因此，執行於室 74 內的輻射測量通常不能滿足用於正確確定晶圓反射率及發射率的半球及均勻照射特性。

包含上述原位照射技術之所敘述的系統 10，係無法滿足用於正確確定晶圓反射率及發射率的半球及均勻照射特性。因此，該系統不能從原位輻射的測量來直接確定處理室 74 內晶圓的反射率。反而，所敘述的系統 10 可藉由根據以下方程式之假設原位反射率 R 與 ΔV_w 成比例關係，來確定處理期間之任何時點的晶圓半球定向反射率。

$$R = K \Delta V_w \quad (4)$$

因此，控制平台 50 可藉由比例常數 K 將原位反射率 R 與晶圓輻射通量 ΔV_w 產生關聯。

被敘述之發射率測量系統 10 可藉由放置晶圓於處理室 74 內，來確定比例常數 K 及晶圓反射率。當確定外位半球定向反射率時，晶圓 W 通常處在與置於照射系統 18 內時

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (✓✓)

相同的低溫。根據較佳實施，晶圓於外位測量期間及被放置處理室 74 內時係均處於室溫下。因為晶圓的有限熱質量，所以熱處理裝置用來加熱晶圓的時間亦為有限的。被敘述之測量系統 10 接著以快速方式將晶圓垂直移動或“掃視”穿越處理室，而於掃視期間同時即時測量及記錄 ΔV_w 及 I_{101} 及垂直位置 Z 。系統 10 接著產生一個電壓值及垂直位置表。根據一實施例，系統 10 於掃視期間並不明顯地加熱晶圓，所以晶圓通常被置於相同在位於照射平台 18 內的溫度下。根據一實施例，晶圓於掃視期間僅名義上被加熱，且較佳的是被加熱的範圍在攝氏 30 度及攝氏 150 度之間。然而，具有一般技術之人士將可了解，在晶圓的外位半球定向反射率被確定之後，且在將晶圓引進處理室 74 內之前，晶圓溫度均可被提升或降低。再者，該系統可被操作來加熱被置於室 74 內的晶圓。因為晶圓溫度於掃視期間並不明顯偏離室溫，所以吾人可知外位晶圓反射率可能相等於內位晶圓反射率 R ，使得 $R=R_0$ ，其中 R_0 係為利用整合球 62 所測得的半球定向反射率。利用以下方程式來確定比例常數 K ：

$$K(Z) = \frac{R_0}{\Delta V_{w,O}(Z)}$$

(5)

一旦比例常數 K 被確定，則所敘述之系統 10 就可確定剩餘過程的晶圓反射率。因此，根據方程式 4 及 5，所敘述系統可將照射平台 18 中被測得之半球定向反射率，與原位或處理室 74 內被測得之反射率產生關聯。明確地說，

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (7)

可藉由以下方程式於處理期間的任何時點來確定半球定向反射率及晶圓發射率：

$$\varepsilon(T_w) = 1 - \frac{R_0}{\Delta V_{w,0}(Z)} \Delta V_w \quad (6)$$

基本假設為半球定向反射率與 ΔV_w 呈線性比例關係。因為比例常數 K 被確定於晶圓掃視期間，所以其可於整個處理期間被用來確定晶圓反射率。本發明的顯著優點係為系統 10 可在不需滿足原位反射率測量之均勻半球照射的情況下，確定室 74 內的半球定向反射率。

接著所敘述之系統 50 可確定晶圓溫度 T_w ，藉由採用高溫計輸出訊號 I_{tot} 之控制平台 50 中的處理，校正以下更詳細說明的雜散光或反射光，及將其與被測得晶圓發射率結合以確定或推論晶圓溫度。具有一般技術之人士將可輕易了解，從高溫計輸出訊號及發射率來確定晶圓溫度的方法，在習知技術中係為人熟知。

圖 4 及 5 為描繪本發明之發射率測量系統 10 運作的概要流程圖。如步驟 102 所示，運作中，控制平台 50 可指示晶圓處理器 12 將晶圓放置於照射平台 18 中。光源 30 產生及可能調變撞擊晶圓 18 背面的輸出輻射。明確地說，如步驟 104 所示，光源 30 將被調變輻射引進整合球 62 以均勻及半球式照射部份晶圓。如步驟 106 所示，反射自晶圓的輻射係被諸如光纖纜線 26 的適當光學結構所匯集。如步驟 108 所示，由光源 30 產生及發射的輻射亦由偵測器 40 測量。偵測器 42 產生沿傳輸線 64 的輸出訊號 V_w ，且偵測器

五、發明說明 (24)

40 產生沿傳輸線 66 的電壓訊號 V_{ref} ，兩線均可將電壓輸出訊號傳送至控制平台 50。如步驟 110 所示，控制平台 50 接著確定比例 V_w / V_{ref} 。如步驟 112 所示，當晶圓處於所選擇的低溫時，則系統 10 可利用晶圓被置於室內前被確定的預設校正曲線來確定晶圓半球定向反射率。因此，所敘述的系統 10 可確定被置於第一所選擇的溫度時之晶圓的外位半球定向反射率。

關於圖 5，控制平台 50 係將晶圓 W 從照射平台 15 轉移至處理平台 22。該晶圓被裝載於適當垂直支撐組件上，且被置於處理室 74 內。如步驟 116 所示，經由光導管 78 及光纖纜線 32 的光源 31 照射了晶圓 W。處理室 74 內的輻射或輻射通量接著被偵測平台 36，特別是高溫計 96 及光偵測器 90 偵測。由光偵測器產生的訊號係通過鎖定放大器 98 以產生輸出輸出訊號 ΔV_w 。此被敘述於步驟 118 及 120。同時，如步驟 122 所示，所敘述的系統 10 係確定處理室 74 內晶圓 W 的位置。再者，如步驟 124 所示，所敘述的系統 10 係以高溫計 96 來確定處理室 74 內的輻射通量。接著，步驟 126 中，當測量晶圓之輻射通量及垂直位置時，系統 10 可掃視垂直通過處理室 74 內的晶圓 W。步驟 128 中，系統可確定晶圓是否掃視已完成，若未完成，則系統 10 返回步驟 116，且重新開始該過程。依照步驟 130 及 132，若晶圓掃視已完成，則控制平台 50 可產生函數 $K(z)$ 以確定比例常數 K ，及測量晶圓垂直位置 z 且即時測量整個加熱過程中的偵測器輸出 ΔV_w 。步驟 134 中，根據

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (✓S)

方程式 4，該系統將反射自晶圓之輻射強度 ΔV_w (如原位晶圓反射率) 及被測量於照射平台 18 之外位晶圓反射率產生關連。如步驟 136 至 140 所示及以下更詳細的說明，當使用高溫計 96 之輸出訊號時，系統 10 接著確定雜散光成份，並修正或補償此成份。系統 10 根據方程式 1 來確定晶圓發射率，並以該資料即時確定加熱處理期間的晶圓溫度。

高溫計的常見問題係為雜散輻射或光會被引進高溫計。在此被使用之雜散光一詞係欲包含反射自晶圓的輻射且係由光源而不是諸如目標晶圓之工件所產生的。雖然習知技術系統已嘗試測量此光輻射部份，但其通常並不充分精確以滿足現代的熱處理系統之發射率要求。本發明的顯著優點係為精確且即時確定被高溫計接收的雜散光成份，藉此系統得以精確測量晶圓發射率。

如先前有關圖 1 至 3 的說明，晶圓係被放置於熱處理爐之熱處理室 74 內。當晶圓最初被引進處理室 74 時，係被置於諸如室溫之選定的溫度下，且發射自晶圓的輻射強度可被忽略。因此，由高溫計匯集的總輻射 (I_{tot}) 可被視為總輻射的雜散光成份，且係由系統 10 測量及記錄。明確地說，處理室 74 內及被高溫計 96 測量的總輻射通量，係由發射自晶圓的輻射通量，及發射自入射晶圓及從其反射之其他來源的輻射通量所組成。因為高溫計 96 之輸出訊號或光二極體電流係與藉此被接收之輻射通量成線性比例，所以輻射通量可根據以下方程式與高溫計之輸出電流訊號產生關連：

五、發明說明 (7b)

$$I_{tot} = I_w + I_{SL} \quad (7)$$

其中 I_w 對應有關發射自晶圓之輻射的高溫計輸出訊號之部分，且 I_{SL} 對應著部份係對應發射自不是晶圓且反射自晶圓的來源之高溫計輸出訊號之部分。此部份訊號可包含來自光源 30、其他來源及存在於室 74 內且不被晶圓發射的輻射。因此，一旦訊號之總反射輻射部份被確定時(非晶圓發射的輻射)，其可從總輻射通量中減除以獲得被發射之輻射通量的精確測量。關於圖 3，光纖纜線 34D 可將輻射轉移至光偵測器 90 及高溫計 96。所敘述的高溫計 96 可測量輻射通量的選定部份，並輸出與被接收輻射通量成線性比例的訊號 I_{tot} 。高溫計可即時測量輻射通量，且在所選定的鏈路上將輸出訊號傳送至建構控制平台 50。當晶圓被置於處理室 74 內時，如先前敘述，當系統測量室輻射(如高溫計的輸出電流訊號)及晶圓之垂直位置時，系統 10 係掃視整個室內的晶圓。若晶圓處於如室溫之所選定的低溫時，發射光相對於總室的輻射而言並不明顯，且入射於高溫計上的輻射僅包含反射自晶圓的輻射，且不包含晶圓發射的輻射。此光資訊接著被儲存於控制平台 50，且隨後被用來補償或修正處理期間總通量 ΔV_w 的雜散光成份。

反射自晶圓且被顯示於高溫計輸出訊號中的輻射強度係與入射輻射強度及晶圓背面之普通反射率成比例關係。本發明假設整個過程期間特定晶圓位置之入射輻射強度並不明顯地改變。因為本發明使用之熱處理爐的功能非常類似固定加熱源，根據本發明其通常需確定雜散光成份，所

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (57)

以處理室 74 內產生的熱梯度係滿足此需求。處理平台 22 內對晶圓加熱處理期間，反射輻射大小可被顯示為：

$$I_{sl} = I_{sl,o} \frac{R(T)}{R_o} \quad (8)$$

其中 $I_{sl,o}$ 為掃視期間被測出的雜散輻射強度。根據方程式 7 及 8，發射自晶圓的輻射強度係可被確定。發射自晶圓的輻射強度現在可被表示為：

$$I_w = I_{tot} - I_{sl,o}(Z) \frac{R(T)}{R_o} \quad (9)$$

其中 SL 代表雜散光或輻射。系統 10 可從方程式 8 及 9 來確定晶圓發射輻射強度及晶圓的反射率。一旦被偵測平台 36 接收之輻射以其雜散光成份形式被補償，則根據方程式 1 被測量之半球定向反射率係藉由控制平台與晶圓發射率產生關連，其可根據已知技術依序與晶圓溫度產生關連。

關於圖 6，如步驟 140 所示，系統 10 可藉由照射置於熱處理裝置內之晶圓來運作以確定處理室 74 內之輻射通量的雜散光成份。系統 10 接著可將室內輻射通量轉移至高溫計 96，其可依序產生為被接收輻射通量的輸出訊號(如光二極體電流訊號)。此資訊被傳送至控制平台 50 並被記錄。系統 10 亦記錄室 74 內晶圓的位置，並將此位置與由高溫計於該位置所測出之輻射通量產生關連。具有一般技術之人士將輕易了解，反射自晶圓之輻射量係隨室中晶圓之

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

五、發明說明 (> 8)

垂直位置而變化。此係揭示於步驟 142 至 146。

系統 10 接著確定晶圓掃視是否完成，若未完成，則返回步驟 140 且再次測量輻射通量及室內的晶圓位置。若晶圓掃視完成，則因為在所選的低溫下之矽晶圓係被假設具有少許或沒有輻射的發射，所以系統可將高溫計接收的總輻射通量與晶圓反射的光產生關連。如步驟 152 及 154 所示，該系統接著確定 $I_{SL,o}(z)$ ，並測量及記錄晶圓垂直位置 z 及高溫計輸出訊號 I_{tot} 。系統 10 可從總輻射通量測量及上述值來確定處理室 74 內的總輻射發射強度。此通常於晶圓加熱處理期間由系統來執行。該系統接著運用此資訊及反射率及發射率測量來即時處理期間的晶圓溫度。此揭示於步驟 156 至 158。

本發明的顯著優點係為藉由假設在所選的低溫下之晶圓相對發射率可忽略下，精確確定及補償系統 10 內的雜散光成份。因此，高溫計輸出訊號即與系統之雜散光成份相等。本發明不使用石英窗，因此不提供受到非預期化學沉積的組件。此外，所敘述的系統不需使用特殊設計的石英或矽管來精確測量晶圓發射率。

本發明另一個顯著優點，係為其使用可將外位晶圓反射率與原位晶圓反射率產生關連的相關方式，以避免必須對室 74 內之晶圓達成均勻半球式的照射。此提供高度精確即時發射的測量系統，其可滿足現代的熱處理系統對發射率測量的需要，特別是可滿足約 ± 0.005 之發射率精度的要求。

五、發明說明(>9)

本發明亦提供一種簡便及優異的設計，用來將室 74 內測量的輻射通量與由源而非晶圓所產生之輻射產生關連。此係以所敘述系統組件測量處理室 74 內之輻射通量來達成。

圖 8 描繪本發明系統 10 之發射率測量的另一個實施例，其無關於熱處理裝置之處理室內的晶圓位置。相同的數字代表相同部件加上上撇。處理平台 160 係形成裝設晶圓 W 在一選定的安裝裝置上的處理室 162。若室壁被以固定溫度來加熱，則相關於此實施例，所有上述發射率及雜散光測量技術均可被使用。操作時，來自光源 31' 之輻射係經由適當輻射引進孔 163 被導入熱處理爐之室 162 以傳送輻射至晶圓 W 的背面。反射自晶圓的輻射及/或存在於室 162 內之輻射，係被光纖纜線 34B' 捕捉且被導入光偵測器 90' 或高溫計 96'。因為熱處理裝置係以水平配置方式被放置，所以對晶圓執行之反射率及溫度測量係獨立於室 74' 內的垂直位置。因此，為根據先前的教示，晶圓係被引進室 74'，且輻射通量係根據先前的教示而於室內被測量。若該室不被維持在固定溫度下，例如循環開關加熱燈，則僅上述發射率測量技術可與此實施例相關連地被使用。

此種與位置無關的一個顯著優點，係其可於測量及晶圓加熱處理期間不需監視及記錄如圖 3 所描繪之晶圓垂直位置的選定位置。

根據另一實施例，圖 8 的系統可被修正使上下熱板可被設置以界定室及加熱晶圓至適當的熱處理溫度。此實施

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

不
訂
線

五、發明說明(70)

例中，熱板當作固定溫度加熱源來操作，且因而所有上述發射率及雜散光測量技術均可被使用。上述實施例係被視為構成部份本發明的範圍。

因此，從上述說明明顯所達成的內容，將看出本發明可有效率達成上述目的。因為在不脫離本發明範圍下可對以上結構做特定的改變，所以期望包含以上說明或顯示於附圖做為例示解釋的所有事物，但卻不限於此。

亦應了解的是，以下申請專利範圍係涵蓋在此說明之本發明的所有上位及特定特色，且包含所有可解釋成落於其中的本發明範圍陳述的語言。

在說明過本發明後，新穎且所欲被專利證書保障的申請專利範圍係如以下。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

衣

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：

)

即時確定工件於處理期間原位發射率之系統及方法

一種確定熱處理裝置(22)之加熱室(74)中於處理期間的工件(W)反射率的系統(10)及方法。該系統首先可直接確定熱處理裝置(22)之加熱室(74)外之工件的反射率，並接著可藉由外位晶圓反射率與反射自加熱室內晶圓的輻射產生關連，來確定熱處理裝置(22)之加熱室(74)內於處理期間的工件反射率。

英文發明摘要(發明之名稱：SYSTEM AND METHOD FOR THE REAL TIME DETERMINATION OF THE IN SITU EMISSIVITY OF A WORKPIECE DURING PROCESSING

A system (10) and method for determining the reflectivity of a workpiece (W) during processing in a heating chamber (74) of a thermal processing apparatus (22). The system first determines directly the reflectivity of the workpiece outside of the heating chamber (74) of the thermal processing apparatus, and then determines the reflectivity of the workpiece during processing within the heating chamber (74) of the thermal processing apparatus (22) by correlating the *ex situ* wafer reflectivity with the intensity of the radiation reflected from the wafer within the heating chamber.

六、申請專利範圍

1.一種用於即時確定一熱處理裝置(22)之加熱室(74)中的半導體晶圓(w)於處理期間之發射率的方法，該方法包含的步驟為

確定該熱處理裝置(22)之加熱室(74)外之晶圓(w)的反射率，

確定從置於熱處理裝置(22)之加熱室(74)內之晶圓(w)反射的輻射強度，

將被確定於該熱處理裝置(22)之加熱室(74)外之晶圓(w)的反射率與被確定於該加熱室(74)內之晶圓的反射輻射強度產生關連，以確定該室內之晶圓的反射率，並且

從被確定於該熱處理裝置內之被產生關連的晶圓反射率來即時確定該晶圓(w)於處理期間的發射率。

2.如申請專利範圍第 1 項的方法，其中確定該熱處理裝置(22)之加熱室外之晶圓反射率的步驟係包含在對熱處理裝置之加熱室(74)內做熱處理之前，測量晶圓的半球定向反射率

3.如申請專利範圍第 1 項的方法，其中確定該熱處理裝置(22)外之晶圓反射率的步驟係包含步驟有

以來自輻射源(30)的輻射對一部份的晶圓做大致均勻的照射，並且

測量反射自該部份的晶圓(w)的輻射強度。

4.如申請專利範圍第 3 項的方法，其中確定該熱處理裝置之加熱室外之晶圓反射率的步驟更包含步驟有

測量該輻射源(30)的輻射強度，並且

六、申請專利範圍

從被測出之晶圓(w)及輻射源(30)的輻射強度來確定晶圓(w)的反射率。

5.申請專利範圍第 1 項的方法，其更包含在確定在該加熱室(74)內之晶圓反射率之步驟期間維持晶圓(w)溫度與確定該熱處理裝置(22)之加熱室(74)外之晶圓反射率之步驟期間晶圓溫度大致相同的步驟。

6.申請專利範圍第 1 項的方法，其中確定該熱處理裝置之加熱室外之晶圓反射率的步驟係包含步驟有

以具有來自一幅射源(30)之輻射的整合球(62)對一部份的晶圓做大致均勻的照射，並且

匯集反射自該晶圓(w)的輻射。

7.申請專利範圍第 6 項的方法，其更包含的步驟為

測量反射自該晶圓(w)的輻射強度，

測量發射自該輻射源(30)的輻射強度，

確定被測出之反射輻射強度及來自輻射源之輻射之間的一種所選定的數學關係，

產生將該晶圓反射率與該數學關係產生關連的校正曲線，並且

從該校正曲線確定晶圓的反射率。

8.申請專利範圍第 1 項的方法，其中確定在加熱室(74)內之晶圓(w)反射輻射強度的步驟更包含步驟為

以一幅射源(30,31)照射置放該加熱室(74)內的晶圓(w)，並且

以一偵測器(90,96)測量加熱室(74)內反射自晶圓的輻

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 線

六、申請專利範圍

射強度，該偵測器可產生與反射的輻射強度成比例關係的輸出訊號。

9.申請專利範圍第 8 項的方法，更包含將該加熱室(74)內之晶圓的反射率與被測出之室內的晶圓反射輻射強度產生關連的步驟。

10.申請專利範圍第 8 項的方法，其更包含藉由以下公式來確定室內晶圓的反射率的步驟：

$$R=K \Delta V_w$$

其中，R 為加熱室(74)內晶圓(w)的反射率，K 為比例常數， ΔV_w 為反射自室內晶圓的輻射強度。

11.申請專利範圍第 10 項的方法，其更包含藉由以下來確定比例常數 K 的步驟

將晶圓(w)掃過整個熱處理裝置(22)之加熱室(74)，並且

從掃過期間反射自該晶圓的輻射及加熱室(74)外被確定之晶圓反射率期間來確定比例常數 K。

12.申請專利範圍第 11 項的方法，其更包含的步驟為從至少該比例常數 K 來計算處理期間的晶圓(w)反射率，

測量處理期間反射自該晶圓(w)的輻射強度，及

從被測出之反射輻射及比例常數來確定即時的晶圓反射率。

13.申請專利範圍第 12 項的方法，其中即時確定處理期間的晶圓發射率的步驟係包含從處理期間的即時晶圓反

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂線

六、申請專利範圍

射率來確定晶圓(w)的發射率。

14.申請專利範圍第 8 項的方法，其更包含的步驟為將晶圓(w)移動在整個該加熱室(74)之中，

於一個或更多晶圓位置處來測量加熱室(74)內反射自晶圓(w)的輻射強度，並且

於該測量期間儲存輻射強度及晶圓(w)的相關位置。

15.申請專利範圍第 14 項的方法，其更包含當該反射率被確定於熱處理裝置(22)外時，不需實質加熱該晶圓而可從晶圓溫度來測量反射自晶圓(w)的輻射強度的步驟。

16.申請專利範圍第 10 項的方法，其更包含的步驟為將該晶圓(w)移動在整個加熱室(74)之中，

於一個或更多晶圓位置處來測量該加熱室內反射自晶圓的輻射強度，並且

計算 K 以便確定處理期間在該加熱室(74)內的晶圓反射率

18.申請專利範圍第 1 項的方法，其更包含的步驟為以輻射源(30,31)照射置放在該加熱室(74)內的晶圓(w)，

當晶圓移動於其中時，不需實質加熱晶圓而可從被引進加熱室的晶圓溫度，以一偵測器(90,96)來測量加熱室內晶圓的總輻射，並且

將被測出之晶圓總輻射與產生於不是晶圓的來源之輻射產生關連。

18.申請專利範圍第 1 項的方法，其更包含至少從晶圓

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

發射率來確定晶圓(w)溫度的步驟。

19.一種用於即時確定一熱處理裝置(22)之一加熱室(74)中的半導體晶圓(w)於處理期間之發射率的系統(10)，該系統係包含

用於確定該熱處理裝置(22)之加熱室(74)外的晶圓(w)反射率的反射率確定裝置(18,30,40,42,50)，

用於確定置於該熱處理裝置之加熱室內之晶圓之反射輻射強度的強度確定裝置(84,86,90,96)，

將被確定於該熱處理裝置(22)外之晶圓(w)的反射率與被確定於加熱室(74)內之晶圓的反射輻射強度產生關連，以確定在該室內之晶圓反射率的相互關連裝置(50)，及

從被確定於該熱處理裝置內之被產生關連的晶圓反射率來即時確定晶圓(W)發射率的發射率確定裝置(50)。

20.申請專利範圍第 19 項的系統，其中，該反射率確定裝置係包含在對該熱處理裝置(22)之加熱室(74)內做熱處理之前，測量晶圓的半球定向反射率的測量裝置(62,40,42,50)。

21.申請專利範圍第 19 項的系統，其中該反射率確定裝置係包含

一個輻射平台，其包含一個與一整合球(62)做光連通的輻射源(30)，係以該輻射源產生之輻射對一部份的晶圓做大致均勻的照射，並且

用來匯集反射自該晶圓的輻射之匯集裝置(26)。

22.申請專利範圍第 21 項的系統，其更包含

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂
線

六、申請專利範圍

第一強度測量裝置(42)，用來測量反射自該晶圓(w)的輻射強度，

第二強度測量裝置(40)，用來測量發射自該輻射源(30)的輻射強度，

裝置(50)，用來確定被測出之反射輻射強度及來自該輻射源(50)之輻射之間的一種選定的數學關係，

產生裝置(50)，用來產生將晶圓反射率與該數學關係產生關連的校正曲線，以及

從該校正曲線確定晶圓(w)反射率的裝置。

23.申請專利範圍第 19 項的系統，其中該強度確定裝置包含

一個輻射源(30,31)，用來照射置放在該加熱室(74)內的晶圓(w)，以及

一個與該輻射源連通的偵測器(90,96)，用來測量從在該加熱室(74)內之晶圓反射的輻射強度，該偵測器可產生與反射輻射強度成比例關係的輸出訊號。

24.申請專利範圍第 23 項的系統，其更包含相互關連裝置，用來將室內之晶圓反射率與被測出之室內晶圓反射輻射產生關連。

25.申請專利範圍第 23 項的系統，其中該反射率確定裝置係根據以下公式來確定在該室(74)內晶圓的反射率：

$$R=K \Delta V_w$$

其中，R 為加熱室(74)內晶圓的反射率，K 為比例常數，且 ΔV_w 為反射自該室內晶圓的輻射強度。

六、申請專利範圍

26. 申請專利範圍第 25 項的系統，其更包含用來確定比例常數 K 的確定裝置(50)，該確定裝置包含用來將晶圓(w)掃過該熱處理裝置(22)之加熱室(74)的裝置，其中該比例常數 K 係從於掃過期間反射自晶圓的輻射及從該反射率確定裝置在該加熱室之外被確定之晶圓反射率來確定。

27. 申請專利範圍第 26 項的系統，其更包含從至少該比例常數 K 來確定處理期間之晶圓反射率的裝置，

強度測量裝置(84,86,90,96)，用來測量處理期間反射自該晶圓的輻射強度，以及

第二反射率確定裝置(50)，用來從被測出之反射輻射及比例常數即時確定晶圓的反射率。

28. 申請專利範圍第 19 項的系統，其更包含一輻射源(30,31)，用來照射置放該加熱室內的晶圓，以及

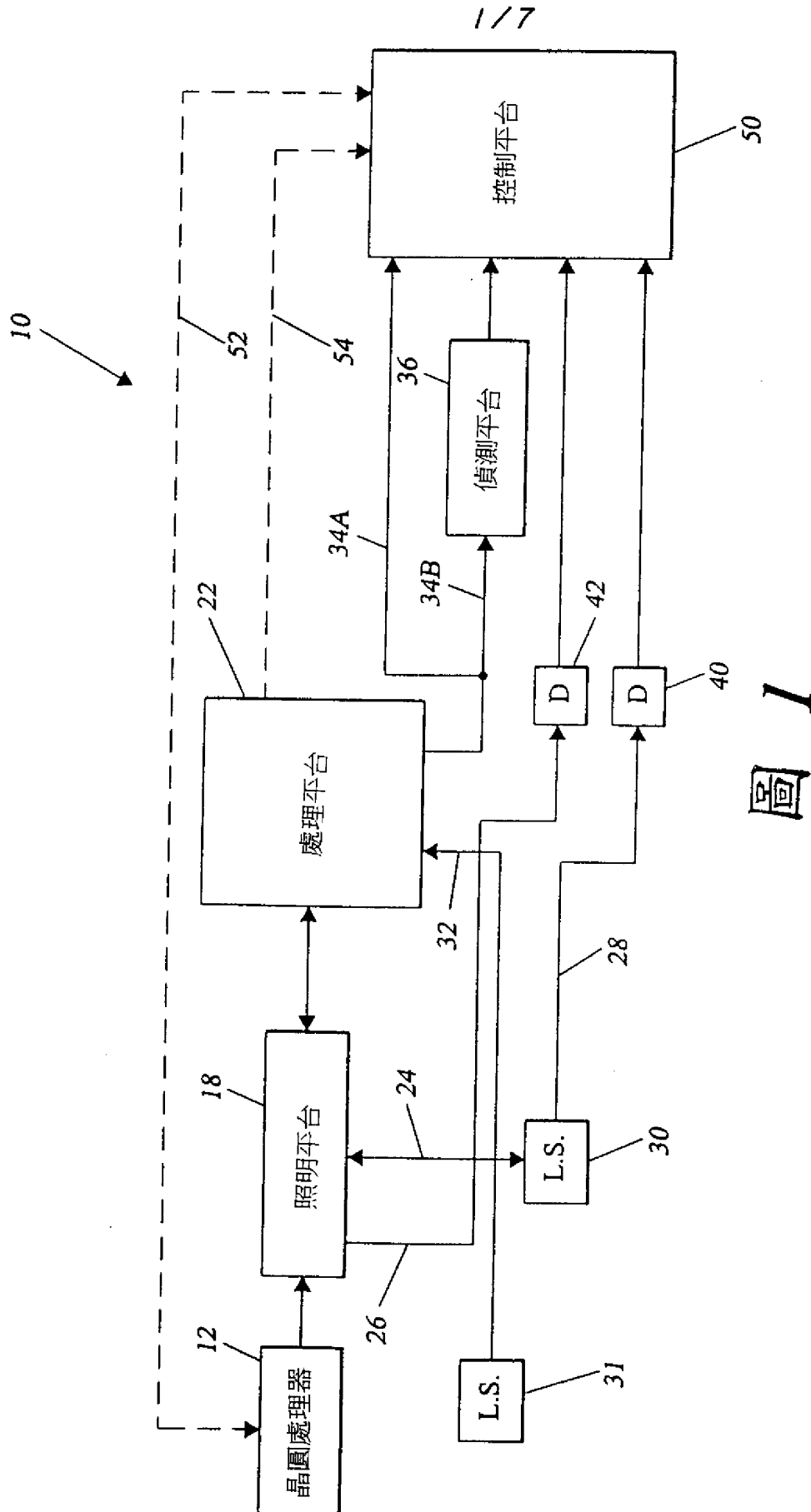
一個偵測器(90)，用來偵測當晶圓移動於其中時位於該加熱室內晶圓的總輻射。

29. 申請專利範圍第 28 項的系統，其更包含將被測出之晶圓輻射與源自於不是晶圓的來源之輻射產生關連的裝置。

30. 申請專利範圍第 29 項的系統，其更包含從至少晶圓發射率之一及發射自晶圓之輻射來確定在處理期間晶圓(w)溫度的溫度確定裝置。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

訂 · 線



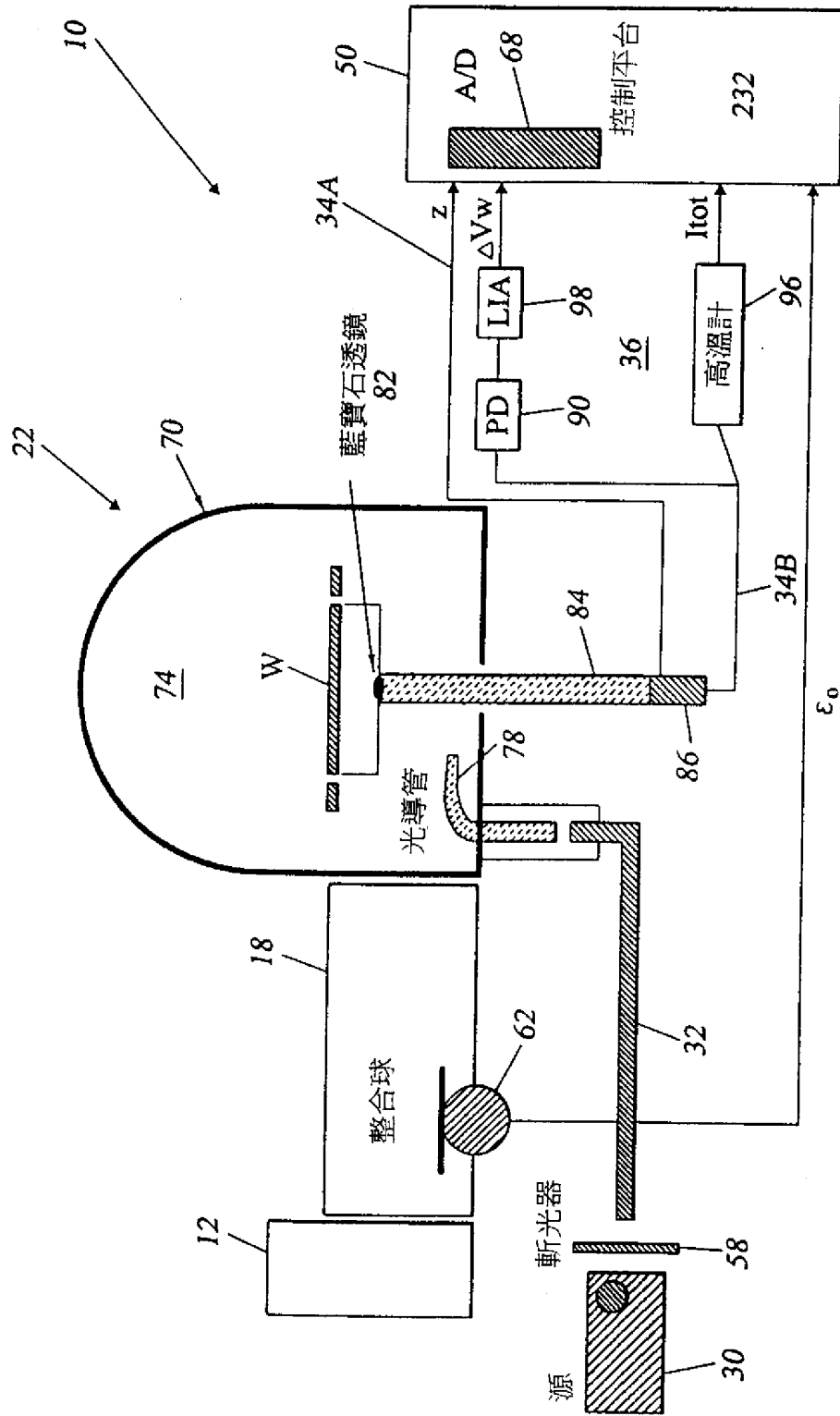


圖 3

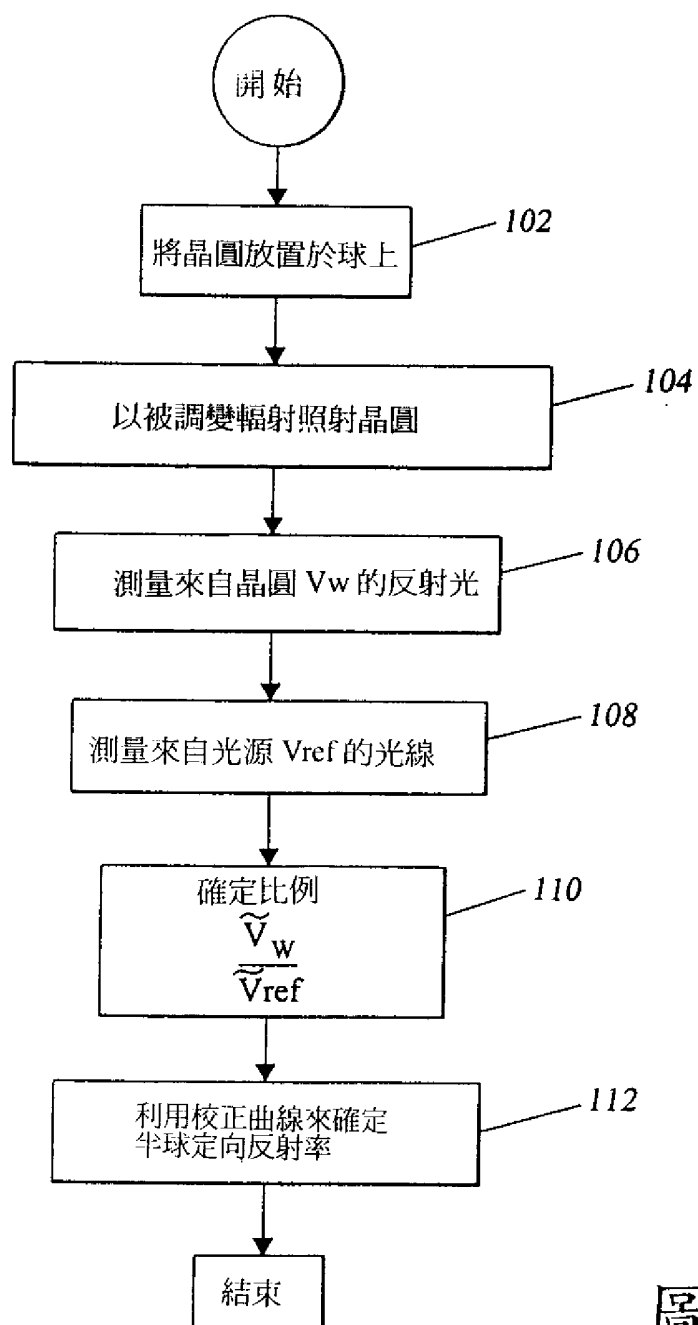


圖 4

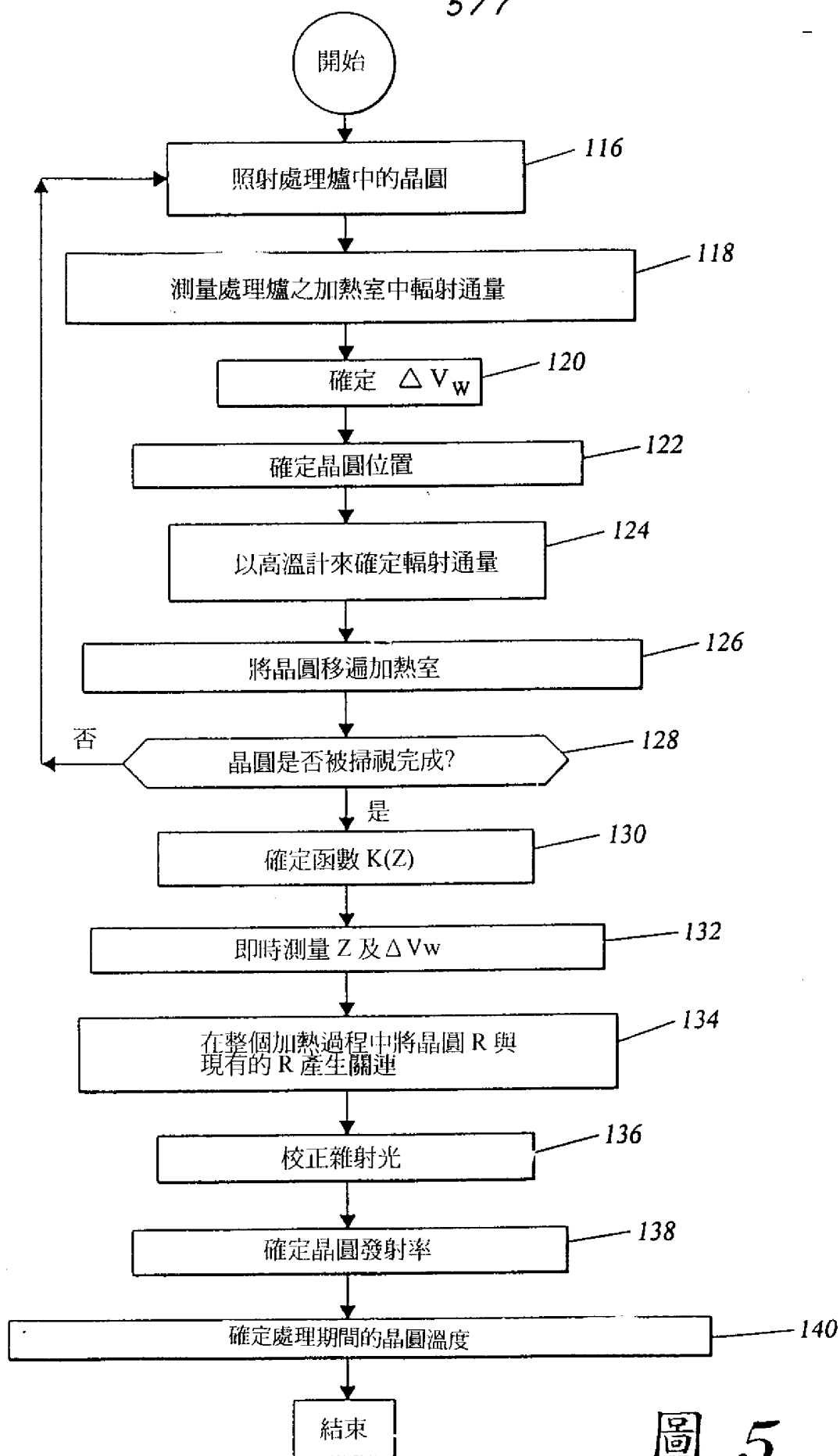


圖 5

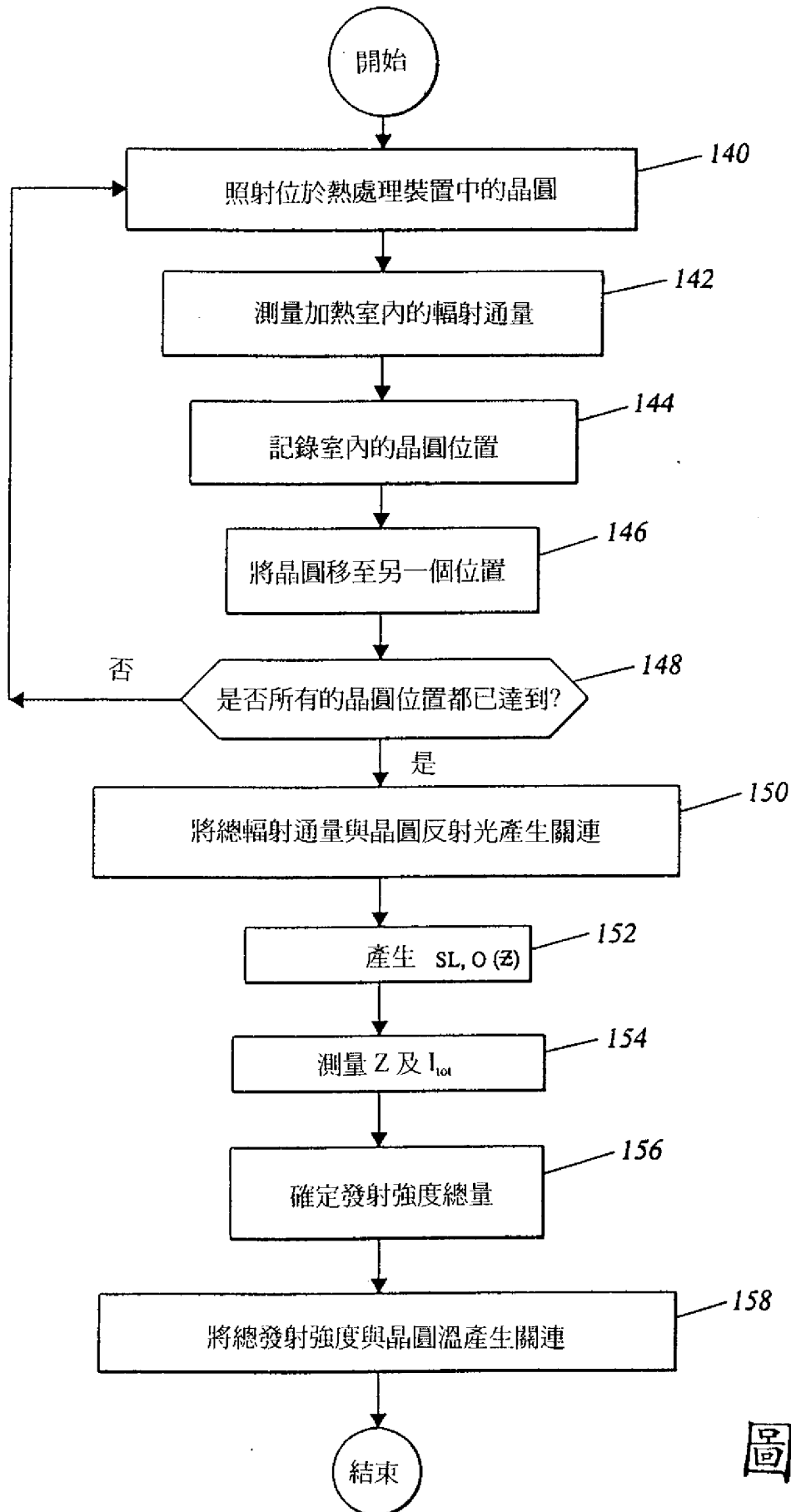


圖 6

7/7

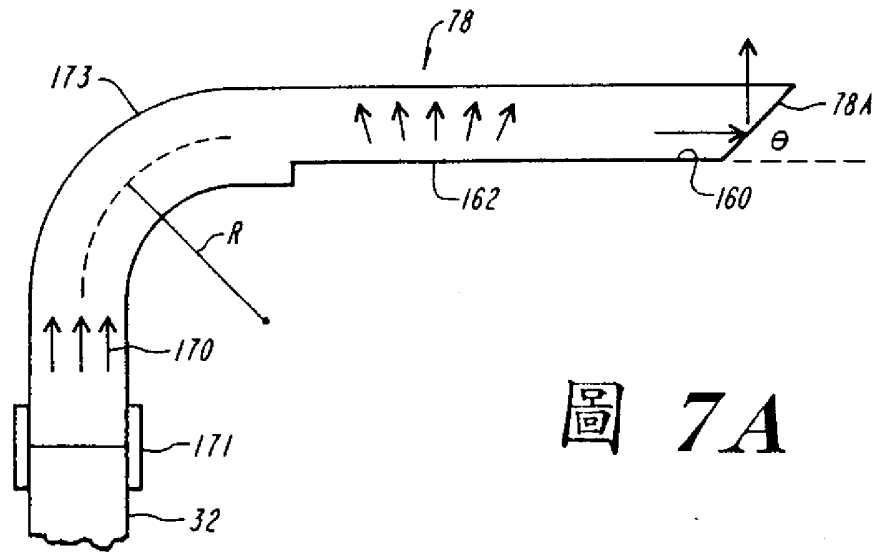


圖 7A

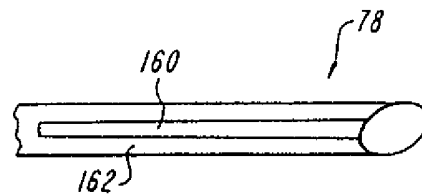


圖 7B

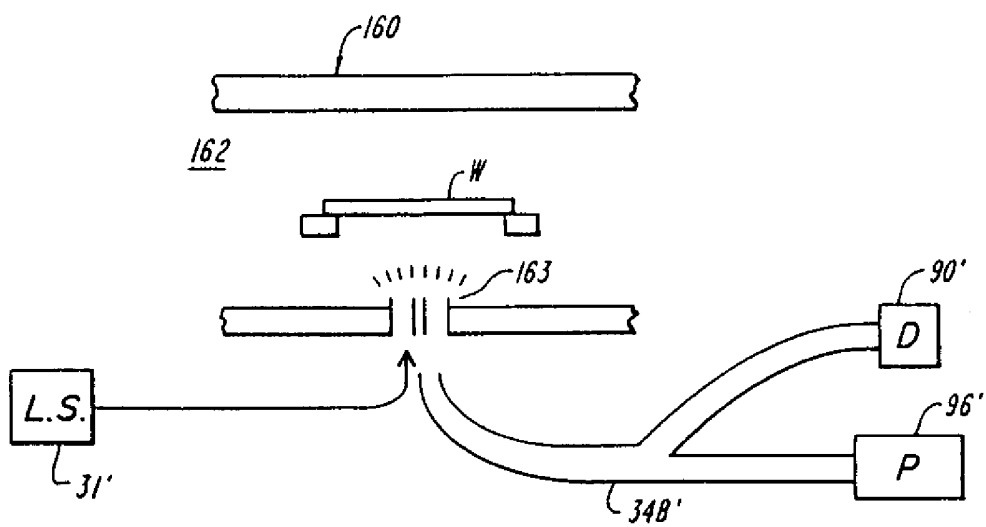


圖 8